

Stand der Technik

Die Erfindung bezieht sich auf eine Start- bzw. Antriebseinheit für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruches. Eine derartige Antriebseinheit ist bekannt (DE 30 48 972 C2).

Neue Fahrzeugkonzepte, die insbesondere hinsichtlich Umweltschutz und Kraftstoffverbrauch optimiert sind, werden bevorzugt so ausgelegt, daß die Brennkraftmaschine bei Fahrzeugstillstand, z. B. an einer Ampel und während Betriebsphasen, in denen kein antreibendes Moment von der Brennkraftmaschine gefordert wird, abgestellt wird. Eine derartige Betriebsweise läßt sich durch eine START-STOP-Automatik (SSA) und SCHWUNG-NUTZ-Automatik (SNA) verwirklichen. Bei Fahrzeugen mit SSA erhöht sich die Anzahl der Starts gegenüber konventionellen Fahrzeugen von 30 000 auf 200 000 und bei Fahrzeugen mit SNA auf mehr als 400 000. Masseminimierte konventionelle Starter (Anlasser) sind durch Sondermaßnahmen für einen SSA-Betrieb aufrüstbar. Problem Punkt dabei bleibt aber das offene, ungeschmierte Getriebe mit dem Starter-Ritzel und dem Zahnkranz, in den das Ritzel während des Startens eingespurt werden muß. Für höhere Start-Zahlen ist eine solche Lösung nicht mehr tauglich. Eine Abhilfe wäre ein öbenetzter Zahnkranz.

Beim eingangs genannten Stand der Technik wird eine Impuls-Startanlage vorgeschlagen, die verschleiß- und geräuscharm ist. Hierbei wird die erforderliche Startenergie in einem Schwungrad gespeichert, das frei drehbar auf der Kurbelwelle gelagert ist. Für den Start der Brennkraftmaschine wird durch Schließen der motorseitigen Kupplung der Motor auf eine ausreichend hohe Drehzahl hochgerissen.

Für Erststarts bei extrem niederen Temperaturen ergeben sich nicht akzeptable lange Aufziehzeiten für das Schwungrad. Für Wiederholstarts bei warmer Brennkraftmaschine, z. B. an der Ampel oder am Ende einer Schubphase würden sich ebenfalls nicht akzeptable Aufziehzeiten ergeben, wenn ein Auslaufen des Schwungrades bis zum Stillstand zugelassen würde.

Das gleiche Problem liegt auch bei einer Bauart vor, wie sie in der DE 29 17 139 A1 beschrieben ist. Bei dieser bekannten Antriebseinheit ist eine Schwungmasse der Kurbelwelle zu- und abschaltbar und kann die Brennkraftmaschine beim Verzögern, beim Bremsen oder beim Schubetrieb durch Unterbrechen des Antriebsstranges mit einer Minimum-Drehzahl, beispielsweise der Leerlauf-Drehzahl weiterlaufen lassen. Bei kurzzeitigen Stillständen, wie Ampelstops oder dergleichen, wird der Antriebsstrang zwar ebenfalls unterbrochen, hierbei wird aber die Brennkraftmaschine stillgesetzt, während die Schwungmasse weiterdreht und dann zum Wiederstarten der Brennkraftmaschine dieser über die Kupplung wieder zugekuppelt wird. Dabei ist es auch möglich, bei zu stark abgefallener Schwungmassen-Drehzahl einen Elektromotor zu verwenden, um die Drehzahl der Schwungmasse auf einem bestimmten Drehzahlniveau zu halten.

Insgesamt waren aber bei Verwendung eines klassischen Starters (Anlasser) oder eines Impulsstarts über ein zuschaltbares Schwungrad die Forderungen für Wiederholstarts bezüglich Startzeit, Geräuscharmut, Verschleiß, Lebensdauer und elektrischer Kapazität für die hohe geforderte Anzahl von 400 000 Startzyklen nur

Vorteile der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diesen Nachteil zu vermeiden und eine Antriebseinheit für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, die bei allen Startphasen selbsttätig die optimale Startmethode auswählt. Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs. Vorteilhaft Weiterbildungen des Gegenstandes des Anspruchs 1 ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche sowie aus der Beschreibung und der Zeichnung.

So ist es z. B. gemäß dem Merkmal des Anspruchs 2 von Vorteil, daß die äußeren Bedingungen unmittelbar an der Brennkraftmaschine abgegriffen werden können, weil die Temperatur der Brennkraftmaschine das beste Indiz ist für die jeweiligen Startbedingungen.

Nach den Merkmalen des Anspruchs 3 ergibt sich der Vorteil, daß in der Anlaufphase zwei Maschinen zur Erstellung der Drehkraft zur Verfügung stehen.

Das Merkmal des Anspruchs 4 bewirkt, daß ein Kaltstart bei tiefen Temperaturen leichter durchzuführen ist.

Gemäß dem Merkmal des Anspruchs 5 ist es von Vorteil, daß im START-STOP-Betrieb und im SCHWUNG-NUTZ-Betrieb der konventionelle Anlasser geschont wird.

Nach dem Merkmal des Anspruchs 7 ist es vorteilhaft, wenn das Bordnetz nicht überansprucht wird.

Vorteilhaft ist es auch, wenn gemäß den Merkmalen des Anspruchs 8 der Starter/Generator als elektronisch kommutierte Maschine ausgebildet ist, weil er dann — als Ersatz des Schwungrades — einer leistungsfähigen Stromerzeuger darstellt, der das Bordnetz ausreichend mit Energie beliefern kann. Dadurch wird Batterie-Kapazität gespart. Außerdem arbeitet die Starter/Generator-Maschine weitgehend verschleißfrei.

Nach dem Merkmal des Anspruchs 9 ist dabei auch die Verwendung eines Vorgeleges von Vorteil, weil damit die Starter/Generator-Maschine kleiner und leichter ausgebildet werden kann.

Gemäß den Merkmalen des Anspruchs 10 ist es ebenfalls von Vorteil, daß der Generator auch durch die Energie des rollenden Fahrzeuges antreibbar ist. So kann auch die kinetische Energie des Fahrzeugs zur zusätzlichen Versorgung des Bordnetzes genutzt werden.

Schließlich ist nach dem Anspruch 11 auch der Vorteil gegeben, daß die Eigenheiten eines automatisierten Getriebes voll genutzt werden, indem der für eine Stromerzeugung jeweils günstigste Gang selbsttätig eingelegt wird.

Zeichnung

Drei Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie ein Ausführungsbeispiel nach dem Stand der Technik sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel nach dem Stand der Technik, Fig. 2 eine erste Ausführung der Erfindung, Fig. 3 eine zweite Ausführung der Erfindung und Fig. 4 eine dritte Ausführung der Erfindung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Fig. 1 zeigt eine Antriebseinheit 1 mit einer

Brennkraftmaschine 2 und einem automatisierten Schaltgetriebe (ASG) 3, das eine Eingangswelle 4 hat, die durch eine Kupplung 5 von der Brennkraftmaschine 2 antriebsmäßig getrennt werden kann. Die Betätigung der Kupplung 5 und der Gangwahl erfolgt geschwindigkeits- bzw. drehzahlabhängig von einem elektrischen Steuergerät 6 über nicht dargestellte Servos. Außerdem ist ein Generator 7 vorgesehen, der über einen Riementrieb 8 auf der im Bild linken Seite der Brennkraftmaschine 2 angetrieben wird. Ein als konventioneller Schubschraubtrieb-Anlasser ausgebildeter Starter 9 liegt auf der anderen (rechten) Seite der Brennkraftmaschine 2; er kann bei Bedarf die Brennkraftmaschine 2 über einen Zahnkranz 10 andrehen und starten. Die Ansteuerungen des Steuergerätes 6 und des Starters 9 sind nicht dargestellt. Unter dem Zahnkranz 10 ist eine Schwungscheibe angeordnet.

In der Fig. 2 ist eine Antriebseinheit 11 für eine Brennkraftmaschine 12 dargestellt, die ebenfalls einen konventionellen Starter 13 hat. Hier ist mit der Bezugzahl 14 eine elektronisch kommutierte Schwungradmaschine (SRM) verwendet, die sowohl als Starter als auch als Generator arbeiten kann. Die Ansteuerung des Starter/Generators 14 übernimmt ein Steuergerät 15. Dabei ist gemäß der Erfindung die Arbeitsweise der Antriebseinheit 11 so festgelegt, daß bei Brennkraftmaschinen-Temperaturen unter $30^{\circ} - 40^{\circ}\text{C}$ der Anlasser 13 und der Starter/Generator 14, als Motor betrieben, die Starterfunktion gemeinsam erbringen. Bei höheren Temperaturen über 40°C wird die Startfunktion allein von dem verschleißfreien Starter/Generator 14 übernommen. Ein automatisiertes Schaltgetriebe 16 ist durch eine geöffnete Kupplung 17 während des Startvorganges von dem Starter/Generator 14 getrennt. Über eine gestrichelt eingezeichnete Steuerleitung 18 wird die jeweilige Stellung des automatisierten Schaltgetriebes 16 einem Steuergerät 15 mitgeteilt. Außerdem verläuft vom Steuergerät 15 eine Leitung zu einem Temperaturfühler 19 an der Brennkraftmaschine 12.

Die Fig. 3 zeigt eine Antriebseinheit 21 für eine Brennkraftmaschine 22 mit einem konventionellen Starter 23 und einer elektronisch kommutierten Starter/Generator-Maschine 24, die auf einer Getriebeeingangswelle 25 angeordnet ist, d. h., die Starter/Generator-Maschine 24 befindet sich in der Zeichnung rechts von einer Kupplung 26. Auch diese Maschine 24 stellt mit ihrem Rotor ein Schwungrad der Brennkraftmaschine 22 dar. Ein Temperaturfühler trägt die Bezugzahl 29.

Bei Brennkraftmaschinen-Temperaturen unter $30^{\circ} - 40^{\circ}$ erbringen der konventionelle Starter 23 und die Starter/Generator-Maschine 24 als Motor betrieben, gemeinsam die Starterfunktion. Bei höheren Brennkraftmaschinen-Temperaturen über 40°C wird die Starterfunktion allein von der weitgehend verschleißfrei arbeitenden Starter/Generator-Maschine 24 übernommen. Damit das möglich ist, muß die Kupplung 26 geschlossen sein und ein automatisiertes Schaltgetriebe 27 (ASG) muß in Neutralstellung stehen. Ein Steuergerät trägt hier die Bezugzahl 28.

Die Fig. 4 behandelt schließlich eine Antriebseinheit 31 einer Brennkraftmaschine 32, bei der eine elektronisch kommutierte Starter/Generator-Maschine 33 über ein Vorgelege 34 von einem automatisierten Schaltgetriebe 35 oder von einer Zwischenwelle aus dem Getriebe heraus oder mit dem Antriebsstrang verbunden ist. Auch eine zur Getriebeeingangswelle konzentrische Anordnung ist denkbar. Ein Steuergerät hat die Bezugzahl 36 und ein Temperaturfühler die Be-

zugzahl 39. Die Starter/Generator-Maschine 33 ist gerade so ausgebildet, wie die Starter/Generator-Maschine 24 nach der Fig. 3.

Bei Brennkraftmaschinen-Temperaturen unter $30^{\circ} - 40^{\circ}\text{C}$ erbringen ein konventioneller Starter 37 und die Starter/Generator-Maschine 33 als Motor betrieben, gemeinsam die Startfunktion. Bei höheren Brennkraftmaschinen-Temperaturen wird die Startfunktion allein von der weitgehend verschleißfrei arbeitenden Starter/Generator-Maschine 33 übernommen. Damit das in diesem Fall möglich ist, muß eine Kupplung 38 geschlossen sein und das automatische Schaltgetriebe 35 muß in Neutralstellung stehen kann. Insgesamt gesehen ist zu den Antriebseinheiten 11, 21 und 31 nach den Fig. 2, 3 und 4 zu sagen, daß für Starts bei Brennkraftmaschinen-Temperaturen unter $30^{\circ} - 40^{\circ}\text{C}$ die Schwungrad-Maschine SRM im Motorbetrieb für ca. die Hälfte des Schleppmomentes des konventionellen Starters (Anlasser) nach der Fig. 1 bei einer Kaltstartgrenztemperatur von -25 bis -28°C ausgelegt werden muß. Der konventionelle Starter 13, 23 und 36 der Ausführungen nach den Fig. 2, 3 und 4 seinerseits übernimmt die andere Hälfte im Kaltstartfall. Auf diese Weise lassen sich die Baugröße sowohl des konventionellen Starters (Anlasser) als auch die Baugröße der Schwungrad-Maschine bzw. der Starter/Generator-Maschine deutlich reduzieren. Entsprechendes gilt auch für die Leistungselektronik im Steuergerät 15, 28 und 36, da nur noch etwa halb so große Ströme wie bei einem Schwungrad-Starter-Generator für das volle Startmoment kommutiert werden müssen. Außerdem bietet sich die Möglichkeit, den konventionellen Starter (Anlasser) hoch untersetzt, d. h. überwiegend für die Kaltstartgrenztemperaturen von -25° bis -28°C , auszulegen und die Hochlaufunterstützung der elektronisch kommutierten Starter/Generator-Maschine 24, 33 zu überlassen. Dies bedeutet eine weitere Verkleinerung des konventionellen Starters. Im Vergleich zu den konventionellen Starter 9 nach der Fig. 1 reduziert sich die Schaltzahl für die konventionellen Starter 12, 23 und 37 der Fig. 2, 3 und 4 deutlich auf jeweils nur die Starts pro Fahrt, bei denen die Motortemperatur noch unter $30^{\circ} - 40^{\circ}\text{C}$ liegt.

Eine Schwungrad-Maschine, wie sie in der Fig. 2 dargestellt ist, kann in den meisten Fällen nicht mit einer heute üblichen 12-Volt-Batterie dargestellt werden wegen der hohen Spannungsabfälle an den Leistungshalbleitern bei den sehr hohen Strömen. Es wäre ein Übergang auf ein 24-Volt-Bordnetz erforderlich.

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 3 und 4 sind 12-Volt-Lösungen noch realisierbar. Die Starter/Generator-Maschine nach der Fig. 4 kann, bedingt durch das Vorgelege 34, kleiner und leichter ausgeführt werden. Dabei sind bei Ausnutzung der heute beherrschbaren Schleuderdrehzahlen Vorgelege-Übersetzungen von 2,5 bis 3 möglich. Allerdings werden dann an die Synchronisation des Getriebes höhere Anforderungen als heute gestellt. Der Grund ist das höhere wirksame Trägheitsmoment der übersetzten Starter/Generator-Maschine 33 gegenüber einer Ausführung nach der Fig. 3. Bei den Bauarten nach den Fig. 3 und 4 muß das Schwungrad der Starter/Generator-Maschine 24 bzw. 33 ein ausreichendes Mindestträgheitsmoment aufweisen, damit während der Kupplungsvorgänge die Brennkraftmaschine 22 bzw. 32 nicht abstirbt. Laststöße während des Schaltens in den Antriebsstrang und die Beanspruchung der Synchronisation lassen sich durch eine Entregung des Generators während des Schaltvorgangs

ges reduzieren. Eine aktive Synchronisation ist ebenfalls denkbar. Bei der Ausführung nach der Fig. 2 kann das Rotorträgheitsmoment des Starter/Generators 14 voll das des Schwungrades nach der Bauart nach der Fig. 1 ersetzen.

Die Starter/Generator-Maschine 24 bzw. 33 kann aufgrund ihrer Baugröße im Generatorbetrieb im Vergleich zu konventionellen Generatoren höhere Ströme bei vergleichsweise gutem Wirkungsgrad ins Bordnetz liefern. Für konventionellen Betrieb wäre eine Schwung-Rad-Maschine für die volle Starterleistung ausgelegt im Generatorbetrieb bei kleinen Fahrzeugen bis hin zur Mittelklasse weit überdimensioniert. Trotzdem kann auch eine solche Maschine beim START-STOP-Betrieb (SSA) nur in Verbindung mit einer größeren Batterie für eine ausgeglichene Ladebilanz sorgen, da der elektrische Energieverbrauch während ca. 1/3 der Fahrzeit aus der Batterie gedeckt werden muß. Beim SCHWUNG-NUTZ-Betrieb verschlechtert sich die Situation noch weiter, da die Brennkraftmaschine bis zu 2/3 der Fahrzeit stillstehen kann, wenn man zusätzlich von einem 1/3 Rollen ohne laufende Brennkraftmaschine ausgeht.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 2 ergibt sich von der Auslegung her ohnehin schon ein sehr starker Generator, damit er für einen START-STOP-Betrieb ausreichend ist. Beim Übergang auf SCHWUNG-NUTZ-Betrieb kann, wenn überhaupt, nur in Verbindung mit einer Verbraucherabschaltung und einer deutlich größeren Batterie eine ausgeglichene Ladebilanz erreicht werden.

Wesentlich günstiger stellt sich dieses Problem bei den Ausführungsbeispielen nach Fig. 3 und 4. Hier wird der Generator, der das Trägheitsmoment des Schwungrades darstellt durch die kinetische Energie des rollenden Fahrzeugs angetrieben. Durch das automatisierte Getriebe (ASG) kann während der Rollphase bei offener Schaltkupplung sogar noch für eine günstige Drehzahl der Getriebeeingangs- bzw. der Generatorwelle durch selbsttätiges Einlegen des günstigsten Ganges gesorgt werden, so daß gute Generatorwirkungsgrade erreichbar sind.

Insgesamt ergibt sich gegenüber einer Schwungradmaschinen-Anlage nach der Fig. 2 bei den Lösungen nach den Fig. 3 und 4 für die volle Startleistung eine vergleichsweise leichte, noch vertretbar voluminöse, aber kostengünstige hybride Startanlage, welche eine gute Generatorfunktion in Verbindung mit einer etwas vergrößerten Batterie mit abdeckt.

Patentansprüche

1. Antriebs- bzw. Starteinheit für eine Brennkraftmaschine (12, 22, 32) eines Kraftfahrzeuges mit mindestens zwei Startmethoden und mit einer Anlaßeinrichtung, die mit einer SCHWUNG-NUTZ-Automatik ausgerüstet ist, und mit einer Kupplung (17, 26, 38) zwischen der Triebwelle der Brennkraftmaschine (12, 22, 32) und einem Schaltgetriebe (16, 27, 35), sowie mit einem elektrischen Steuergerät (15, 28, 36) zum Empfang und zur Ausgabe von Schaltsignalen für die Antriebseinheit und das Schaltgetriebe, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltgetriebe (16, 27, 35) ein automatisiertes Schaltgetriebe ist, daß ferner die Anlaßeinrichtung aus einem konventionellen Starter (13, 23, 37) in Kombination mit einem Starter/Generator (14, 24, 33) besteht und daß der Betrieb der Antriebseinheit

(11, 21, 31) abhängig ist von äußeren Bedingungen, in dem je nach Vorgabe entweder der konventionelle Starter (13, 23, 37) oder der Starter/Generator (14, 24, 33) oder beide zusammen aktivierbar sind bzw. ist.

2. Antriebseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Bedingungen die jeweiligen durch einen Temperaturfühler (19, 29, 39) gemessenen Temperaturen der Brennkraftmaschine (12, 22, 32) sind.

3. Antriebseinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei kalter Brennkraftmaschine (12, 22, 32) der konventionelle Starter (13, 23, 37) und der Starter/Generator (14, 24, 33) gemeinsam die Starterfunktion erbringen.

4. Antriebseinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der konventionelle Starter (13, 23, 37) für den Kaltstart hoch untersetzt ist.

5. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Brennkraftmaschinen-Temperatur über 30°–40°C die Starterfunktion allein durch den Starter/Generator (14, 24, 33) erbringbar ist.

6. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Starter/Generator (14) zwischen der Kupplung (17) und der Brennkraftmaschine (12) angeordnet ist.

7. Antriebseinheit nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei installierter SCHWUNG-NUTZ-Automatik eine zeitweise Verbraucherabschaltung vorgesehen ist.

8. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Starter/Generator als elektronisch kommutierte Starter/Generator-Maschine (24) ausgebildet ist und zwischen der Kupplung (26) und dem automatisierten Schaltgetriebe (27) angeordnet ist.

9. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Starter/Generator als elektronisch kommutierte Starter/Generator-Maschine (33) ausgebildet ist und an ein Vorgelege (34) angeschlossen ist, das vor dem automatisierten Schaltgetriebe (35) im Antriebsstrang angeordnet ist.

10. Antriebseinheit nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Generator der elektronisch kommutierten Starter/Generator-Maschine (24, 33) sowohl von der Brennkraftmaschine (22, 32) als auch durch die Energie des rollenden Fahrzeuges antreibbar ist.

11. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das automatisierte Schaltgetriebe (27, 35) so geschaltet ist, daß während der Rollphase des Fahrzeuges der für einen günstigen Wirkungsgrad des Generators geeignete Gang einlegbar ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

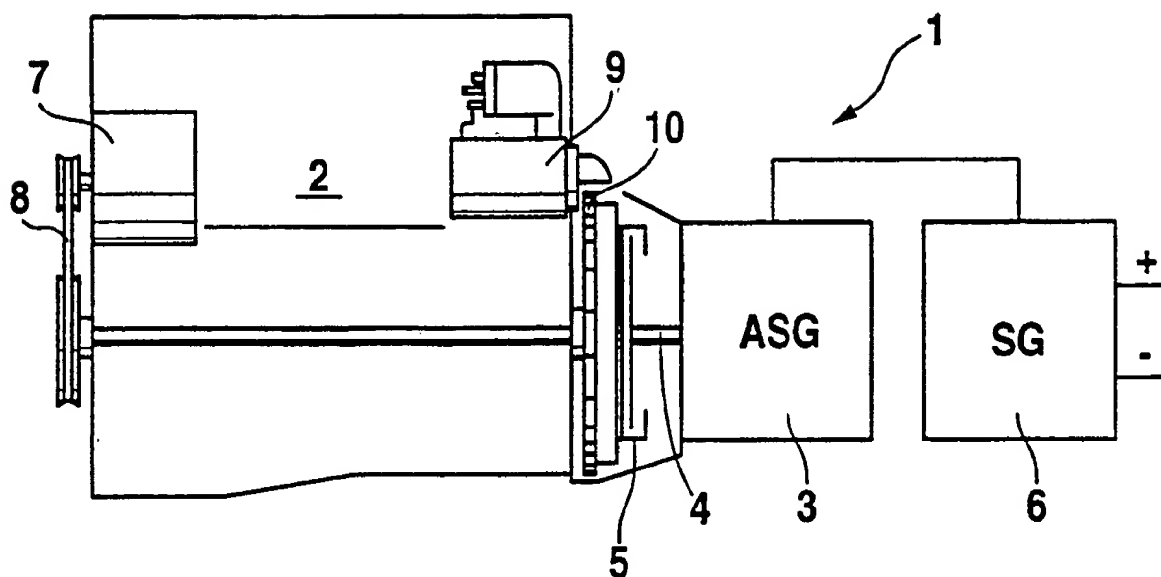


Fig. 2

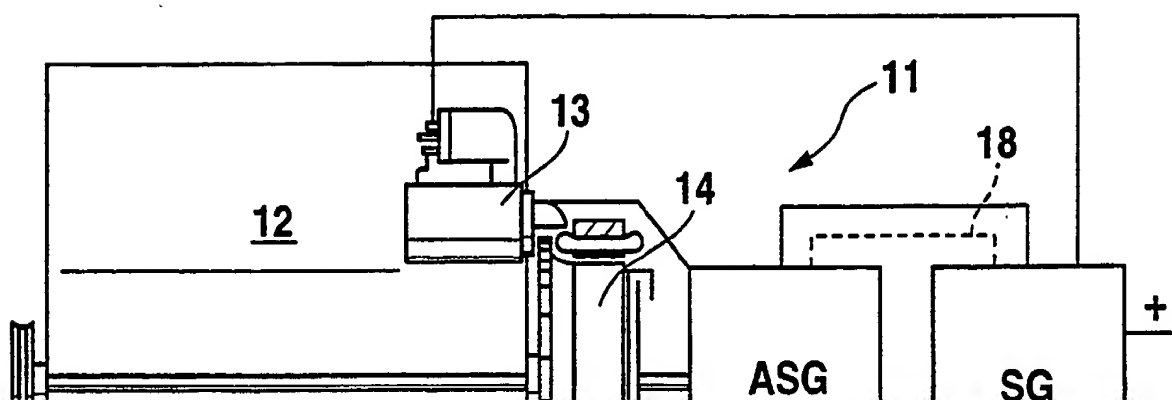


Fig. 3

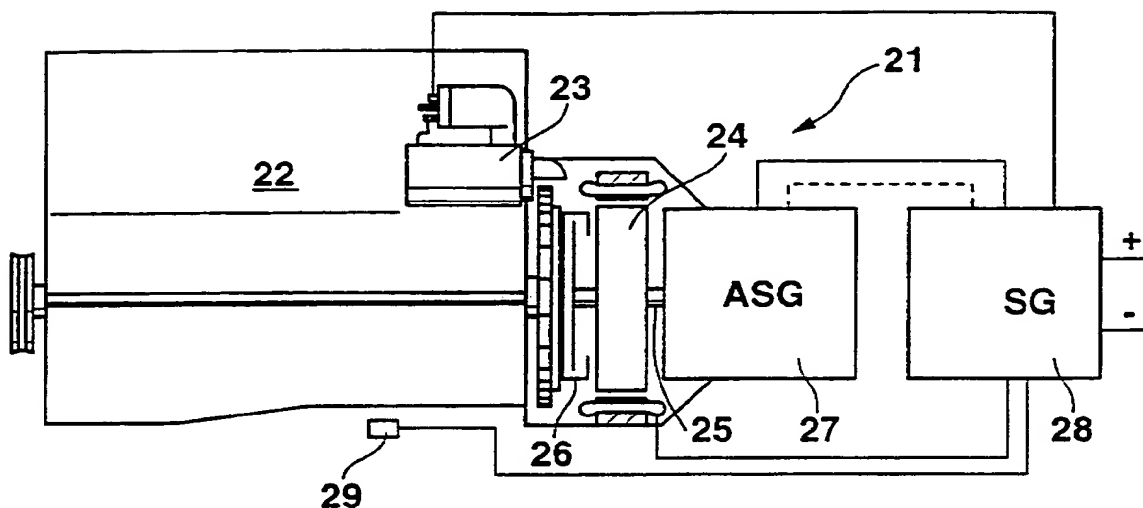


Fig. 4

